Lane Medical Library

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY APR 30 1930

Aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten der Albertus-Universität zu Königsberg Pr.
(Direktor: Geh.-Med.-Rat Professor Dr. Stenger)

„Hörprüfungen mit dem Otoaudion von Grießmann-Schwarz"

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

bei der Hohen Medizinischen Fakultät

der Albertus-Universität

zu Königsberg Pr.

vorgelegt von

Alfred Thimm

Königsberg Pr.
1928

Buchdruckerei Johann Raabe, Königsberg i. Pr.

Referent: Geh.-Med.-Rat Professor Dr. Stenger

Die Geschichte der Hörprüfungsmethoden geht bis ins 16. Jahrhundert zurück, wo man mittels der Sprache, mit Hilfe von Geräuschen oder auch schon mit Stimmgabeln Hörprüfungen anstellte.

Infolge der fast gänzlichen Unkenntnis der Anatomie des Hörorganes und der Physiologie des Gehörs hatten alle diese Methoden natürlich kaum etwas mit exakter wissenschaftlicher Methodik gemein. Die Anfänge zur exakten Feststellung der Grundlagen der physiologischen Akustik und damit auch einer funktionellen Hörprüfungsmethode finden sich erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Hier ist es vor allem Helmholtz, der durch seine genialen Arbeiten über die Anatomie und Physiologie des Gehörs die Möglichkeit einer exakten Hörprüfungsmethode schuf. In dieselbe Zeit fallen die Arbeiten von Lucae, Politzer, Mach, Weber u. a. m. über Knochenleitung und schalleitende Funktionen des äußeren und mittleren Ohres. Zu den Ergebnissen aller dieser Arbeiten gehört die Festlegung genauerer Hörprüfungsmethoden, wie sie besonders von Rinne (1885), Schwabach und Weber beschrieben werden, die mit Stimmgabeln als Prüfungsmittel arbeiten.

Während es sich bei diesen Methoden um Prüfungen der Luft- und Knochenleitung handelt, schafft Bezold endlich durch Verwendung der im Verein mit dem Physiker Edelmann konstruierten konstinuierlichen Tonreihen die Möglichkeit, eine eingehende Analyse des menschlichen Gehörs vorzunehmen. Die continuierliche Tonreihe von Bezold-Edelmann gibt uns zum ersten Male die Möglichkeit, alle Töne, die das normal hörende menschliche Ohr zu perzipieren vermag, zu erzeugen. Bezold benutzt hierbei 10 belastete Stimmgabeln, zwei gedackte Pfeifen und die Galtonpfeife. Die Stimmgabeln umfassen die Tonstrecke von A3 bis a", das heißt man kann durch entsprechende Verschiebung der Belastungsgewichte nach an den Zinken der Gabeln angebrachten Strichen und Ziffern jeden ganzen

und halben Ton im Bereich dieser Tonstrecke einstellen. Die beiden Pfeifen geben die Töne von e II bis a IV, die Galtonpfeife liefert die Töne über a IV hinaus. Mit Hilfe dieser Tonreihe also sind wir im Stande, das Gehörorgan funktionell zu zerlegen; wir können Defekte und Lücken, die an irgend einer Stelle der Tonskala, sei es an ihrem unteren oder oberen Ende, sei es in ihrem mittleren Bezirke, vorhanden sind, feststellen.

Bezolds Arbeiten mit seiner Tonreihe erstrecken sich hauptsächlich auf die Untersuchungen Taubstummer, bei denen die Feststellung noch vorhandener Hörinseln (Hörreste) für den Unterricht von großer Bedeutung ist.

Die Prüfungsmethode Bezolds zerlegt die Hörprüfung in eine qualitative und eine quantitative. Die Bedeutung der Bezeichnungen „qualitativ und quantitativ" in Beziehung zu Hörprüfungen wechselt häufig bei den verschiedenen Autoren. Da ich mich aber in dieser Arbeit der Einfachheit und Vermeidung von Verwirrungen halber lediglich an die Bezoldsche Definition halten werde, sei es mir erlaubt, den Begriff der qualitativen und quantitativen Hörprüfung hier kurz zu erläutern:

Prüfen wir ein Gehörorgan unter vorzugsweiser Berücksichtigung der Frequenz der verwendeten Töne, so nehmen wir eine qualitative Hörprüfung vor. In diesem Falle würde die Fragestellung lauten! „Wird der Ton gehört oder nicht?" Diese qualitative Hörprüfung gibt uns Kenntnis über etwa bestehende Defekte des Tongehöres, d. h. sie zeigt uns, ob eine Herabsetzung der oberen bezw. Heraufsetzung der unteren Tongrenze besteht, ferner ob an irgend einer Stelle der Tonskala eine Hörlücke vorhanden ist.

Prüfen wir jedoch die Hörschärfe für die einzelnen Frequenzen, definiert durch das Verhältnis der Schwellenintensitäten jedes der verwendeten Töne in Bezug auf ein normales und das zu untersuchende Ohr, so vollziehen wir eine quantitative Hörprüfung.

Experimentelle Arbeiten der letzten Jahrzehnte, besonders die Arbeiten Wiens, lassen es als gewiß erscheinen, daß zwischen Empfindungsintensität und physikalischer Intensität Beziehungen bestehen. Die Arbeiten von Gildemeister, Kalähne und Boß haben uns den Beweis erbracht, daß eine qualitative Hörprüfung ohne Berücksichtigung des Intensitätsfaktors nur unsichere Resultate liefert.

Das Ergebnis aller dieser neueren Forschungen über die Physiologie des Gehörs und über die Hörprüfungsmethoden ließ die Unvollkommenheiten der bisherigen Methoden allmählich klar hervortreten und die Forderungen formulieren, die man an ein exakt arbeitendes Hörprüfungsgerät zu stellen hat.

Die Mängel der Prüfungsmethoden mittels der kontinuierlichen Stimmgabelreihe bestehen in der Hauptsache neben der Umständlichkeit der Methode und dem Vorhandensein von Obertönen in der Unmöglichkeit, Frequenz und Intensität gleichzeitig zu berücksichtigen, die Amplitude konstant zu halten und zu messen.

Ein ideales Hörprüfungsgerät muß folgenden Anforderungen genügen:

1. Es muß den gesamten hörbaren Tonbereich umfassen,
2. die erzeugten Töne sollen physikalisch rein, sinusförmig sein,
3. jede beliebige Intensität von der Hörschwelle bis zur größten Lautstärke muß experimentell erzeugt und gehalten werden können.

Aus diesen Forderungen heraus erklären sich zahlreiche Versuche, einen einheitlichen Hörprüfungsapparat zur Erzeugung einer fortlaufenden Reihe geeigneter Töne von beliebig variabler Intensität zu konstruieren, um so das Ohr mit jedem beliebigen, einfachen Schwellenreiz prüfen zu können.

Die Versuche, anstelle von Sprache und Stimmgabeln derartige genau registrierende Apparate zu konstruieren, sind sehr zahlreiche. Abgesehen von einigen neueren Konstruktionen elektro-akustischer Apparate, haben alle diese Apparate so viele Nachteile, daß sie den oben genannten Forderungen nicht genügen. Sie beschränken sich z. B. auf einen bestimmten Ton oder ein bestimmtes Geräusch, oder sie sind durch elektrische Stromanschlüsse sehr störenden Schwankungen unterworfen.

Erst die gewaltige Entwicklung der Hochfrequenztechnik in letzter Zeit gab den Versuchen zur Konstruktion eines elektroakustischen Hörprüfgerätes neue und — wie man jetzt schon sagen kann — erfolgreiche Wege.

Die Hochfrequenztechnik ermöglichte es, mit Hilfe der Kathodenröhre ungedämpfte Wellen im Frequenzbereich der Tonskala zu erzeugen, die durch Telefon hörbar gemacht werden können.

Anthon und Fieck geben in neuester Zeit (1926) eine Konstruktion eines Prüfgerätes an, das mit Hilfe einer Glimmstrecke und Erzeugung von Frequenzen durch einen Intermitierenden Gleichstrom arbeitet. Versuche mit diesem Gerät haben ergeben, daß es zum mindesten am unteren Ende der Tonskala nicht obertonfrei ist; allerdings scheint auch hier ein sehr gangbarer Weg gegeben zu sein, denn dieser Apparat läßt die Intensität der Frequenzen in exakter Weise messen und bietet außerdem den Vorteil großer Einfachheit.

In der letzten Zeit sind es besonders die Amerikaner, die durch den Bau von elektroakustischen Apparaten hervorgetreten sind. 1897 schon konstruierte Seashore ein „Audiometer", das einen Frequenzbereich von 30 –7000 D. S. umfaßte und außerdem eine Messung der Intensität gestattete.

Eine modifizierte Konstruktion ist das im Jahre 1919 erschienene „Pitch-Range-Audiometer" nach Dean und Bunch.

Die Western-Elektrik-Company brachte ein auf dem Prinzip der Vakuumröhre beruhendes Audiometer heraus.

Es scheint als ob dieser Apparat schon in ziehmlich befriedigender Weise die Forderungen zu erfüllen vermag, die an ein exaktes Hörprüfungsgerät gestellt werden müssen; er umfaßt Ganz- und Halboktavintervalle von 32 bis 16384 Frequenzen, während seine Tonintensität meßbar und beliebig zu ändern ist. Neben der Kostspieligkeit besitzt der Apparat den Nachteil, nur Ganz- bezw. Halboktavintervalle wiederzugeben.

Im Jahre 1921 hat nun Grießmann-Nürnberg zum ersten Male in Nauheim einen elektrischen Tonerzeuger vorgeführt, der in seiner damaligen Konstruktion das ursprüngliche Modell des in dieser Arbeit verwendeten Apparates darstellt. Der Apparat, der nach mehreren, auf Grund zahlreicher Versuche besonders der Freiburger Universitätsklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten vorgenommenen Verbesserungen seine jetzige Konstruktion erhalten hat, versucht alle an ein ideales Hörgerät zu stellenden Forderungen zu erfüllen. (Grießmann-Schwarz).

Bevor ich zu der Beschreibung der Methodik der Untersuchungen mittels des Otoaudions übergehe, will ich eine eingehende physikalische Erklärung der Konstruktion und des Prinzips voranschicken.

Grießmann verwendet bei der Konstruktion seines Otoaudions die Elektronenröhre mit 3 Elektroden zur Erzeugung der Töne und zwar unter Benutzung des Interferenzprinzips: Läßt man zwei möglichst gleichstarke Schwingungen von verschiedener Frequenz miteinander interferieren, d. h. koppelt man sie, so entsteht eine dritte, die Interferenz- oder Superpositionsschwingung.

Die Frequenz der Superpositionsschwingung ist bestimmt durch die Differenz der Frequenzen der beiden ersten Schwingungen. Diese dritte Schwingung ist also von der absoluten Größe der beiden Grundfrequenzen unabhängig, wird jedoch umso reiner und schärfer ausgeprägt sein, je höher die Grundfrequenzen sind.

Hat man z. B. zwei fast aufeinander abgestimmte Stimmgabeln, deren Eigenschwingungen weit oberhalb der Hörgrenze liegen, so kann man mittels ihrer miteinander erzeugten Schwebungen einen dritten Ton erzeugen, den sogenannten Kombinationston (Helmholtz). Erzeugt die eine Stimmgabel z. B. 149000 Schwingungen, die andere 150000 in der Sekunde, so erhalten wir einen Kombinationston mit der Frequenz 1000.

Differieren die Schwingungszahlen der Stimmgabeln um 10000, so erhalten wir einen Kombinationston von der Frequenz 10000.

Man kann nun die Grundfrequenzen mit Hilfe von Elektronenröhren als Stromfrequenzen (siehe oben) erzeugen, die der Tonfrequenz entsprechen. Man hat die Möglichkeit dieses entweder unmittelbar selbst in der Schwingungsschaltung oder als Superpositionsschwingung mittels zweier gekoppelter und dadurch in Interferenz begriffener Grundfreqenzen tun.

Danach unterscheidet man ein- und zwei-Röhrenapparate.

Ein Einröhrenapparat hat wohl den Vorteil einfacherer Schaltung, weist jedoch mehrere physikalische Nachteile auf. Die hierbei erzeugten Frequenzen sind nicht sinusförmig, nicht frei von Obertönen, und die Tonhöhe schwankt infolge leichter Aenderung der Selbstinduktion mit wechselnder Intensität.

Diese Nachteile fallen bei den Interferenzapparaten (Mehrröhrengeräten) fort.

Das Grießmannsche Otoaudion ist also ein Interferenzapparat, der folgendermaßen arbeitet: In zwei getrennten Schwingungs- oder Sendeschaltungen mit je einer Röhre werden lediglich die Grundfrequenzen erzeugt, die

man dann außerhalb der eigentlichen Oszillatoren in einer anderen Schaltung koppelt. In dieser Schaltung entsteht dann die Interferenzschwingung (oder der Kombinationston des Stimmgabelbeispieles).

Man unterscheidet drei Hauptteile der elektrischen Schaltung des Apparates: Die Schwingungsschaltungen, die Relaisschaltungen und die Verstärkerschaltung. Die beiden Senderröhren arbeiten mit induktiver Rückkoppelung auf abgestimmte Anodenkreise. Das Charakteristikum der Schwingungskreise besteht in dem großen Verhältnis von Kapazität zu Selbstinduktion, wodurch in der Hauptsache die reine Sinusform der Frequenzen ermöglicht wird.

Was die Tonintensität betrifft, so ist man von den Versuchen, die Lautstärke an und für sich zu messen, abgekommen.

Man hat bei den Otoaudion vielmehr die Intensitätsmessung mittels eines genau regulierbaren Tonwiderstandes vorgenommen, und zwar erfolgt die Regulierung der Lautstärke logarithmisch mittels einer Spezialkonstruktion des Lautwiderstandes.

Wichtig ist ferner die Tatsache, daß die Resultate der einzelnen Interferenzapparate sich miteinander vergleichen lassen durch eine Reizschwellenbestimmung des Tones c_3 als Nullpunkt, festgesetzt auf einen bestimmten Eichwert des Tonwiderstandes.

Zur Erlangung eines von Verzerrungen freien Prüfungsergebnisses ist die Eichung des Apparates unbedingt erforderlich. Bei dem Otoaudion wurden als Eichverfahren für die Frequenzen bei den tiefen und mittleren Tönen Stimmgabeln, bei den höchsten Frequenzen stehende Wellen verwendet.

Die Eichung der Lautstärke des Apparates wurde, wie bereits vorher erwähnt nach der in der Telegrafentechnik gebräuchlichen Methode der Dämpfung vorgenommen, d. h. man schwächt den Wechselstrom durch Einfügen eines (exakt meßbaren) Widerstandes ab. Die im Telegrafensystem übliche Einheit wird als βl bezeichnet. Diese Größe βl ist mit anderen Worten ein logarithmisches Maß der linearen Dämpfung, die bestimmt ist durch das Verhältnis der Amplituden der ungedämpften Schwingung. Auf diese Weise wird die Tonintensität des Apparates exakt meßbar. (Schwarz-Tigler).

Man kann nun mit Hilfe des Otoaudions ein vollständiges Hörrelief des normalen und schwerhörigen Ohres aufnehmen. Die Herstellung eines solchen Audiogramms mit Hilfe der bisher gebräuchlichen Apparatur (Bezolds kontinuierliche Tonreihe) nimmt bei Berücksichtigung der großen Menge sehr variabler Größen sehr viel Zeit in Anspruch, während man mittels des Audiometers in wenigen Minuten ein vollständiges Hörbild erhalten kann.

Dieses Hörbild oder Audiogramm ist also das Resultat der Prüfung des Hörorgans mit einer fortlaufenden reinen Tonskala und meßbaren Intensitäten, d. h. man stellt ein „Intensitäts-Tonhöhendiagramm" her, das sich in einer Kurve darstellt, in welcher die Reizschwelle für jeden einzelnen Ton festgelegt worden ist.

Gleichzeitig wird neben der so vorgenommenen quantitativen Prüfung (in Bezug auf die Schwellenwerte der Intensitäten der einzelnen Frequenzen) auch eine qualitative Prüfung miteingeschlossen, in dem die untere und obere Tongrenze mitbestimmt wird.

Andererseits ist es möglich, was hier nur nebenbei angeführt sei, mit Hilfe des Apparates die Eigenart des Verhältnisses zwischen Ton- und Sprachgehör festzustellen. Da es bei der Untersuchung des Sprachgehöres in erster Linie auf die Feststellung der Hörfähigkeit für die Vokale der menschlichen Stimme ankommt, so können wir durch einfache Messung mittels der für den zu prüfenden Vokal charakteristischen Tonhöhe das Vokalgehör prüfen. Denn W a g n e r hat uns, auf den Arbeiten Helmholz, weiter bauend, bewiesen, daß die Vokalklänge durch eine Formantregion von feststehender Tonhöhe bestimmt sind.

Die Aufnahme einer Hörkurve geschieht in folgender Weise: Man bestimmt zuerst die untere und obere Tongrenze. Zu diesem Zwecke wird die Tonstärke des Apparates auf das Maximum eingestellt, und die Frequenz von 0 beginnend bis zu den höchsten Frequenzen (c_7) durchlaufen. Der Patient sitzt in einem Abstande von 20 cm mit dem zu untersuchenden Ohre an dem Lautsprecher; durch Druck auf eine Taste gibt der Patient jede Tonwahrnehmung zu erkennen. Die untere Tongrenze stellte man mit aszendierender, die obere Tongrenze mit deszendierender Tonskala fest.

Um die Schwellenwerte der Frequenzen zwischen diesen Grenzwerten zu bestimmen, verfährt man wie folgt: Mit der unteren Hörgrenze der Untersuchungsperson beginnend,

werden nacheinander in beliebiger und zweckdienlicher Reihe immer höher werdende Töne bis zur oberen Hörgrenze eingestellt.

Jeder der eingestellten Töne wird in seiner Lautstärke mittels des Tonwiderstandes soweit geschwächt, daß der Untersuchte ihn keinesfalls mehr perzipiert.

Darauf wird die Lautstärke wieder vermehrt bis der Patient durch das oben erwähnte Tastsignal zu erkennen gibt, er höre den Ton wieder. Die Aufnahme der Kurvenpunkte geschieht also bezüglich der Intensität deszendierend aszendierend.

Zur graphischen Darstellung der Hörkurve werden längs der Abszisse die Frequenzen in Oktaven (bezw. Quinten), längs der Ordinate die Intensitätswerte logarithmisch aufgetragen.

Die graphische Darstellung des Hörvermögens, das Audiogramm, beruht also auf der Korrelationsstellung zwischen Frequenzen und Intensitäten, d. h. man stellt für jede gerade zur Perzeption gelangende Frequenz die Intensität fest. Ein übersichtliches Urteil über den Funktionszustand gewinnt man aus dem Vergleiche der Hörkurve des kranken Ohres mit einer Normalkurve, das ist die Kurve, die den durchschnittlichen Optimalwerten entspricht.

Die Wiedergabe der erzeugten Frequenzen geschieht mittels Lautsprecher-Telephons. Gewisse Mängel beim Gebrauch des Apparates, die gerade bei Bestimmung der unteren und oberen Tongrenze störend sich bemerkbar machen, haben ihren Grund in dem Fehlen eines einwandfrei arbeitenden Lautsprechers, der die hohen und tiefsten Frequenzen gleich gut wiedergibt. Es ist jedoch in der Hauptsache darauf zu achten, daß der Wechselstromwiderstand des Lautsprechermagnetsystems eine bestimmte Größe nicht überschreitet, da sonst die Intensitäten der höchsten Frequenzen gedrosselt werden.

Zur Ueberwachung der Betriebsspannungen, die unbedingt konstant gehalten werden müssen und bei denen allein der Apparat seine richtigen Eichwerte hält, dienen die beiden Spannungsmesser von 4 Volt und 100 Volt.

Diese Spannungen werden geliefert durch zwei Heiz-Accumulatoren von je 4 Volt und 2 Anodenaccumulatoren von je 100 Volt Spannung. Von einer Stromlieferung durch ein Netzanschlußgerät wurde infolge größerer Abhängigkeit von Störungen und Schwankungen im Netz Abstand genommen.

Bei den hier zu beschreibenden Versuchen stellte es sich heraus, daß der mitgelieferte Konuslautsprecher die tiefsten und höchsten Frequenzen exakt wiederzugeben nicht imstande war. Es wurde ein Siemens-Protus-Lautsprecher angewendet, dessen Frequenzbereich gerade nach der unteren Tongrenze zu ein sehr großer ist und der auch die höchsten Frequenzen ausgezeichnet wiedergibt. Die für die Perzeption der an der oberen und unteren Tongrenze liegenden Frequenzen sehr wichtige Tonintensität wurde durch den oben genannten Lautsprecher in genügender Stärke übermittelt.

Die an der Universitätsklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten Königsberg Pr., angestellten Hörprüfungen sind in der auf Seite 9 und 10 beschriebenen Weise gemacht worden. Bei der anschließenden Beschreibung über das Ergebnis habe ich von im Verlaufe der Hörprüfungen mit den Otoaudion gewonnenen Audiogrammen einzelne typische Kurven herausgesucht und hier zur Abbildung gebracht.

„Die normale Hörkurve ist ein Intensitäts-Tonhöhendiagramm, das sich in einer Kurve darstellt, die für jede Frequenz die Reizschwelle festlegt."

Das Audiogramm des normalen Gehörs ergibt die Form einer Parabel, d. h. die Schwellenwerte für die mittleren Frequenzen sind die kleinsten, oder, mit anderen Worten: Das Minimum an Intensität genügt für die Frequenzen zwischen c_3 und c_5. Diese Kurve des normalen Gehörs entspricht dem Ergebnis der Untersuchungen W i e n s, wonach die Reizschwelle der Intensitäten für die einzelnen Frequenzen eine sehr verschiedene ist.

Ein Vergleich verschiedener im Verlaufe der Untersuchungen von Normalhörenden aufgestellter Hörkurven zeigt eine weitgehende Uebereinstimmung, sowohl in den Tongrenzen als auch in der Frequenz-Intensitätskorrelation.

Die untere Tongrenze der normalen mit dem Otoaudion aufgenommenen Hörkurve liegt bei C_2, die obere Tongrenze bei c_7.

Abbildung 1 zeigt das Audiogramm eines normalen Gehörs.

Die bei Schwerhörigkeit auf der Basis von Mittelohrerkrankungen gewonnenen Kurven zeigen, daß eine genaue Uebereinstimmung des anatomischen und pathologisch-physiologischen Begriffes nicht vorhanden ist, das heißt, es ist nicht lediglich die untere Tongrenze heraufgerückt, sondern

vielmehr ist fast immer auch die obere Tongrenze herabgesetzt. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Untersuchungen der Bezoldschen Schule, wonach bei der Otitis media chronica neben den typischen Schalleitungshindernissen oft auch eine Einengung der oberen Tongrenzen festgestellt werden kann. Diese Erscheinung wird übrigens von Ostermann auf eine Beteiligung der unteren Schneckenwindung zurückgeführt.

Die hierbei erhaltenen Kurven zeigen eine mehr oder weniger starke Heraufsetzung der unteren Tongrenze und ein Heraufrücken der Reizschwellen im unteren Frequenzbereich. Auffällige Einziehungen der Kurve im unteren Frequenzbereich finden wir besonders bei größeren Defekten des Trommelfells, wie sie bei Otitis media chronica sehr häufig sind.

Abbildung 2 ist das Audiogramm einer Otitis med. chron. mit Heraufrücken der unteren Tongrenze und der Reizschwellen im unteren Tonbereich. Die bei großen Defekten des Trommelfells häufigen Einziehungen und Mulden im Bereiche der unteren Frequenzen der Kurve sind ebenfalls deutlich sichtbar.

Was die untersuchten Fälle von akuter Mittelohrschwerhörigkeit betrifft, so findet sich im Gegensatz zur Kurve bei Otitis med. chron. auch in den hohen Frequenzen eine stärkere Hörschädigung. Diese drückt im Audiogramm in einer Herabsetzung der oberen Tongrenze und in einem Heraufdrücken der Reizschwellen im Bereiche der oberen Frequenzen aus, wie es Abbildung 3 zeigt.

Die Otosklerose stellt sich bei Aufnahme einer Hörkurve dadurch dar, daß die Kurve eine sehr starke quantitative Beeinträchtigung der Hörempfindlichkeit zeigt. Es ist besonders die starke Herabsetzung des Hörvermögens für die mittleren Lagen für diese Kurven charakteristisch. Im übrigen liegt das den Kurven bei Otosklerose Gemeinsame im Rahmen der bei Otitis media gewonnenen Funktionsbilder.

Unter zunehmender Einengung der unteren Hörgrenze schreitet der Verlust der Hörempfindlichkeit allmählich soweit fort, daß sich Hörreste nur noch mit größter Intensität des Otoaudions finden lassen. (Abbildung 4.)

Ein Vergleich der bei Innenohrschwerhörigkeit gewonnenen Kurven mit denen der Mittelohraffektionen zeigt, daß wir erstere als Spiegelbilder der letzteren auffassen können. Man findet bei den Kurven der Innenohrschwerhörigkeiten

Störungen der Intensitätsfrequenzkorrelation besonders im Bereiche der oberen Tongrenze, das ist, ein Herabrücken der oberen Tongrenze und ein gleichzeitiges Heraufrücken der Reizschwellen im Bereiche der oberen Frequenzen.

Die Symptomenbilder der kombinierten Schwerhörigkeit lassen Reizschwellenänderungen aller Frequenzen erkennen.

Eine Reihe typischer Kurven bei Innenohrschwerhörigkeit hat Ruf dargestellt. Er untersuchte Fälle von Schädigung des peripheren Neurons, wie sie bei Kesselschmieden (durch Schallschädigung) häufig ist. Auch in diesen Fällen zeigen die Kurven eine deutliche Einengung der oberen Hörgrenze neben einer nach unten allmählich abnehmenden Herabsetzung der Hörempfindlichkeit, die erst in der mittleren Lage in normale Werte übergeht. (Abbildung 5)

Die Abbildung 6 zeigt das Bild des Funktionszustandes nach einer rechtsseitigen Radikaloperation.

Die untere Tongrenze ist um ungefähr zwei Oktaven heraufgesetzt, die obere etwas herabgerückt. Die Reizschwellen der unteren und mittleren Frequenzen sind erhöht.

Wir haben hier also das Bild einer kombinierten Schwerhörigkeit, wobei die Beeinträchtigung im Bereiche der unteren und mittleren Frequenzen überwiegt. (Abbildung 6)

Zusammenfassung.

Die in der Universitäts-Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten zu Königsberg Pr., Dir. Geh.-Rat Prof. Dr. Stenger, mit dem Grießmannschen Otoaudion vorgenommenen Hörprüfungen ergaben, daß der Apparat die schnelle und bequeme Aufnahme eines Audiogramms gestattet. Die Exaktheit der Untersuchungsmethode ist, wie bereits erwähnt, davon abhängig, in wieweit der Apparat die Forderungen, die wir an ein exakt arbeitendes Hörprüfungsgerät stellen müssen, erfüllt.

Es zeigte sich, daß das Otoaudion alle Töne der vom normalen Gehör perzipierten Tonskala umfaßte.

Die Tonintensität des Apparates erwies sich für die hier vorgenommenen klinischen Untersuchungen als ausreichend.

Erfüllt wird durch das Otoaudion ferner die Forderung, jede beliebige Frequenz mit einer zu wählenden Intensität beliebig lange halten zu können, was die bisherigen Untersuchungsmethoden nicht ermöglichten.

Besonders wichtig erscheint, daß im Verlaufe einer Untersuchung die durch den Patienten angegebenen Werte wiederholt nachprüfbar sind, wodurch etwaige Aggravation sehr bald erkannt wird.

Von Wichtigkeit für die praktische Verwendungsmöglichkeit des Apparates ist ferner die Tatsache, daß die Resultate der einzelnen Interferenzapparate sich miteinander vergleichen lassen. Durch eine Reizschwellenbestimmung des Tones c_3 als Nullpunkt, festgesetzt auf einen bestimmten Eichwert des Tonwiderstandes.

So erweist sich das Otoaudion von Grießmann-Schwarz als ein bequem zu benutzendes und exakt arbeitendes elektro-akustisches Prüfungsgerät, daß der Bezoldschen continuierlichen Tonreihe überlegen ist.

Literatur.

Kahler, Ruf, Zeitschr. für Hals-, Nas.-, Ohr.-Krankheiten. Kongreßbericht, Wien 1927 Bd. 18 Seite 437.

Schwarz, Zeitschr. für Hals-, Nas.-, Ohr.-Krankheiten. Kongreßbericht 1927 Bd. 18 Seite 440.

Denker, Kahler Handbuch der Hals-, Nas.-, Ohren H. K.

Brünning, Lehrbuch v.

Ruf, Zentralblatt für Ohrenheilkunde 1927 Seite 229.

Ruf, Passo-Schäffer Beiträge 1928, Hörempfindungsschwellen und Hörvermögen.

Fletscher, Harwey, Comparison of the results, made with two types of audiometer. Arch. of oto-lar. 26.

Grießmann: Die exakte Hörprüfung mit dem Otoaudion Zeitschr. für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde Kongr. Ber. 26.

Katz, „qualitativ und quantitativ" auf dem Gebiete der Hörprüfungsleistung und Korrektur Fol. oto-laryng 27.

Schwarz, Tigler: Die physikalische Beschreibung des Otoaudions 1928.

Anthon und Fick: Ein neues elektr. Gerät für die exakte klinische Hörprüfung. Zeitschr. für H. N. Ohrenheilkd. 1926 Bd. 15.

Bezold, Lehrbuch der Ohrenheilkunde Wiesbaden 1906.

Brünnings, Diskussionsbemerkungen zu Perwitzschky: Ein neues Prinzip der Hörverbesserung Zeitschr. für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Bd. 12 2. Teil.

Langenbeck: Abhängigkeit der Tonhöheempfindung von der erregenden Intensität. Bemerkungen zur Resonanztheorie des Hörens Zeitschr. für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Bd. 15 Teil II.

Kalähne, über den Einfluß der Tonintensität auf die Wahrnehmung tiefer Töne bei Schwerhörigkeit. Passow Schäffer Beiträge 1912 Bd.

Katz und Meyer, Messungen über die Intensitätsverh. bei der qualit. Hörpr. verw. kontin. Tonr. Z. f. H.-, N.-, Ohrkr. 28. 19.

Lebenslauf

Ich, Alfred Thimm, wurde am 18. September 1900 zu Allenstein, O.-Pr. als Sohn des Kaufmanns Konrad Thimm und seiner Gattin Auguste, geb. Endert goboren.

Nach Erlangung des Reifezeugnisses an der Hindenburg Oberrealschule zu Königsberg Pr., im Mai 1919 trat ich als Freiwilliger in den Ostpr. Grenzschutz. Nach meinem Austritt begann ich im S. S. 1920 mein medizinisches Studium. Ich studierte im Sommer-S. 1921 und W.-S. 1921/22 in München, die übrigen Semester in Königsberg Pr. mein med. Staatsexamen absolvierte ich im November 1925. Anschließend mußte ich fast ein Jahr in der Schweiz krankheitshalber Aufenthalt nehmen. Da ich während meines Aufenthaltes mich medizinisch weiter bilden konnte, wurde mir ein Vierteljahr auf meine Medizinalpraktikantenzeit angerechnet. Ich beendete mein praktisches Jahr in Königsberg Pr. und erhielt meine ärztl. Approbation im Oktober 1927. Von Februar 27 bis August 28 war ich als Praktikant, Volontär und Assistent in der Med.-Universitäts-Poliklinik zu Königsberg Pr. tätig.

Abb. 1

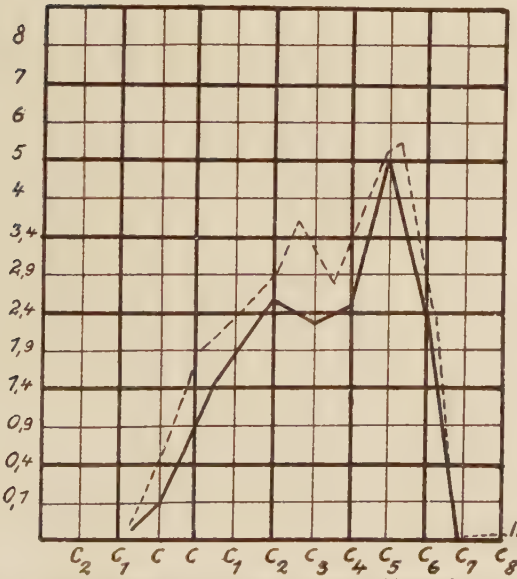

Abb. 2

J. S. 18 J. mit 8 Jahren Scharlach seither Ohrlaufen. Fl. spr: ½-a/c
Umg. 4/2 m. Rinne neg. Weber n. lat. Knochenl: etw. verläng.
Trommelfell: Defekte bds.

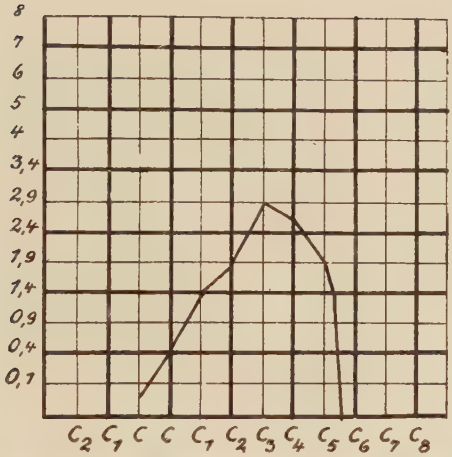

Abb. 3

P. M. 25 J. seit 8 T. lks. Schwerhörigk. u. Schm. Fl. spr. a/c Umg. spr. 1/2 m. Rinne neg. Weber n. l. Knochenl. verläng.

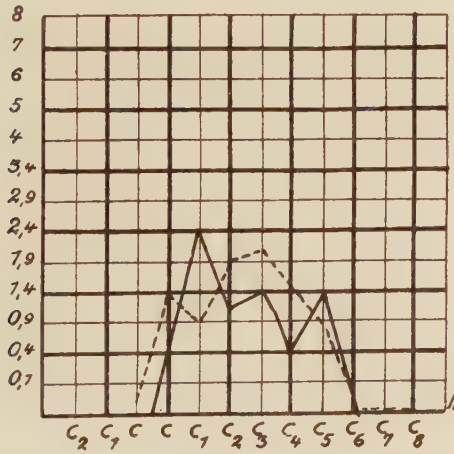

Abb. 4

M. Cz. 25 J. Pat. hört seit 6 J. auf beid. Ohr. schlecht. Fl. spr. 10 cm. bds. Umg. spr. rechts 3/4 m. lks 30 cm. Rinne neg. bds. Knochenl. recht verläng. Weberi. K.

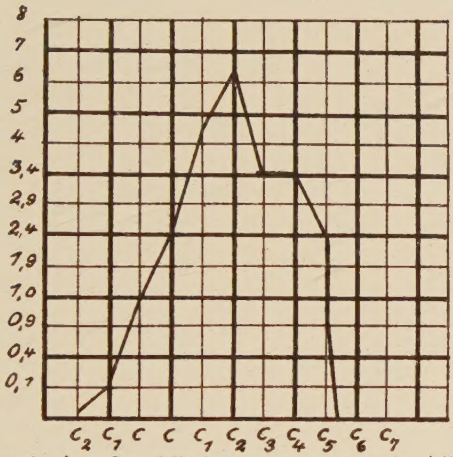

Abb. 5

A.V. 38 J. nach reiner Gravidität vor 5 J. Verschlecht. d. lk. Gehörs. Fl. spr. a/c a Umg. spr. 2 1/2 m. Weber n. lat. Rinne + Knoch. leit. verkürzt Trommelfell o.B.

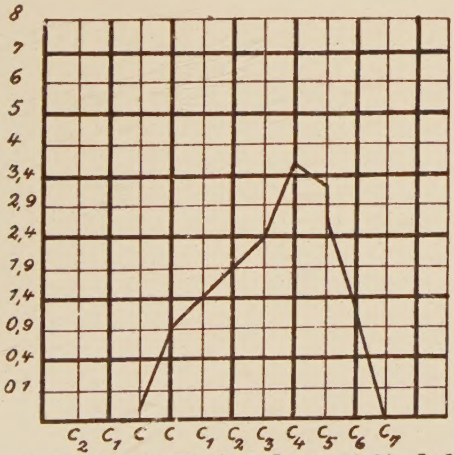

Abb. 6

E.F. 11 J. vor einem Viertelj. Eiterung des recht. Ohr. Radikal Op. vor 2 Mon. Fl. spr. a/c Umg. 4 m. Rinne neg. Knochenl. verlöng.